

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 49 041.4

Anmeldetag: 22. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Traunreut/DE

Bezeichnung: Anordnung zur Temperaturüberwachung

IPC: G 01 K, H 02 K, G 01 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

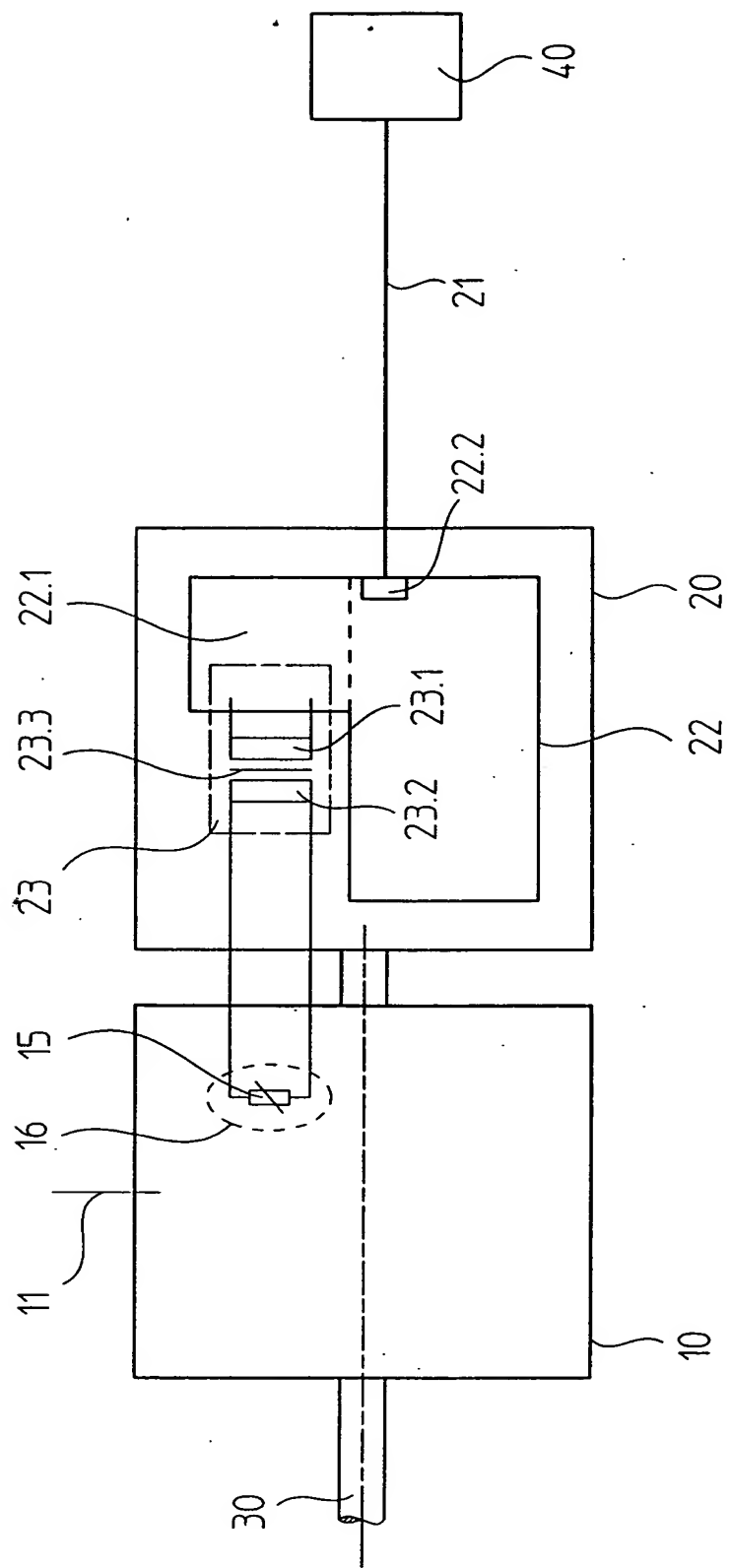
Remus

Zusammenfassung

Anordnung zur Temperaturüberwachung

=====

- 5 Es wird eine Anordnung zur Temperaturüberwachung in der Statoreinheit eines elektrischen Antriebes angegeben, die einen in die Wicklungen der Statoreinheit integrierten Temperatursensor umfasst, der ein temperaturabhängiges Sensorsignal liefert. Das Sensorsignal ist über eine elektrische Übertragereinheit in die Signalverarbeitungseinheit einer mit dem Antrieb
- 10 verbundenen Positionsmesseinrichtung einkoppelbar (Figur 1).



Anordnung zur Temperaturüberwachung

=====

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Temperaturüberwachung in der Statoreinheit eines elektrischen Antriebes gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

In modernen elektrischen Antrieben ist aus Sicherheitsgründen in der Regel eine Überwachung der Wicklungstemperaturen auf Seiten der Statoreinheit vorgesehen. Im Überhitzungsfall kann auf diese Art und Weise von einer nachgeordneten Folgeelektronik ggf. eine Notabschaltung veranlasst werden. Oftmals erfolgt die Übertragung der jeweiligen Temperaturdaten, die von einem in der Statoreinheit angeordneten Temperatursensor erfasst werden, über eine ebenfalls am Antrieb angeordnete Positionsmesseinrichtung, beispielsweise eines Drehgebers. Von der Positionsmesseinrichtung werden an die Folgeelektronik nicht nur die ermittelten Positionsdaten zur Weiterverarbeitung übertragen, sondern auch die Temperaturdaten und ggf. weitere Daten; in diesem Zusammenhang sei etwa auf die JP 08-261792 verwiesen. Insbesondere im Fall einer seriellen Datenübertragung zur Folge-

elektronik erweist es sich als vorteilhaft, wenn bereits in einer Signalverarbeitungseinheit der Positionsmesseinrichtung - respektive in der Geberelektronik - aus den vom Temperatursensor gelieferten Ausgangssignalen unmittelbar die jeweilige Temperatur bestimmt wird. Aufgrund der üblicherweise hohen Motorströme im Bereich der Statoreinheit resultieren jedoch erhebliche Störeinflüsse auf die Signalverarbeitungseinheit bzw. Geberelektronik. Da die Signalverarbeitungseinheit zudem zur Weiterverarbeitung der positionsabhängigen Signale dient, wirken sich derartige Störungen auch negativ hinsichtlich der Verarbeitung der Positionsdaten in der Positionsmesseinrichtung aus. Nur mit relativ hohem Aufwand lassen sich derartige Störeinflüsse minimieren, beispielsweise durch geeignete Entstörmaßnahmen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Anordnung zur Temperaturüberwachung in der Statoreinheit eines elektrischen Antriebes anzugeben, die mit möglichst geringem Aufwand eine sichere Temperaturbestimmung gewährleistet. Gleichzeitig soll eine möglichst geringe Störung weiterer Sensorik am Antrieb resultieren, insbesondere auf Seiten einer am Antrieb angeordneten Positionsmesseinrichtung.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Anordnung zur Temperaturüberwachung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung zur Temperaturüberwachung ergeben sich aus den Maßnahmen, die in den von Anspruch 1 abhängigen Patentansprüchen aufgeführt sind.

Erfindungsgemäß ist nunmehr vorgesehen, eine galvanische Trennung des eigentlichen Temperatursensors von der Elektronik der Positionsmesseinrichtung vorzunehmen, insbesondere der Signalverarbeitungseinheit derselben. Dies erfolgt in besonders vorteilhafter Weise mit Hilfe einer elektrischen Übertragereinheit, mit der die temperaturabhängigen Sensorsignale des in die Statoreinheit integrierten Temperatursensors in die Signalverarbeitungs-

einheit respektive Elektronik der Positionsmesseinrichtung zur Weiterverarbeitung eingekoppelt werden.

Über die Übertragereinheit lässt sich eine gute Unterdrückung von Störeinflüssen, insbesondere von Gleichtaktstörungen, auf die Geberelektronik bzw. Signalverarbeitungseinheit der Positionsmesseinrichtung sicherstellen. Gleichzeitig ist eine hinreichende Isolierung zwischen dem Stromkreis des Temperatursensors und der Verarbeitungseinheit der Positionsmesseinrichtung gewährleistet.

10

Im Hinblick auf die konkrete Ausgestaltung der Übertragereinheit existieren je nach Anwendung verschiedenste Ausführungsmöglichkeiten.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

- | | | |
|----|----------|---|
| 20 | Figur 1 | ein schematisiertes Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Anordnung; |
| | Figur 2a | ein schematisiertes Schaltbild zur Erläuterung einer ersten Variante einer geeigneten Übertragereinheit; |
| 25 | | |
| | Figur 2b | ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Signalverarbeitung in der Variante der Übertragereinheit gemäß Figur 2a; |
| 30 | | |
| | Figur 3a | ein schematisiertes Schaltbild zur Erläuterung einer zweiten Variante einer geeigneten Übertragereinheit; |

- | | | |
|----|----------|---|
| | Figur 3b | ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Signalverarbeitung in der Variante der Übertragereinheit gemäß Figur 3a; |
| 5 | Figur 4a | ein schematisiertes Schaltbild zur Erläuterung einer dritten Variante einer geeigneten Übertragereinheit; |
| 10 | Figur 4b | ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Signalverarbeitung in der Variante der Übertragereinheit gemäß Figur 4a. |

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung in schematisierter Form dargestellt. Mit dem Bezugszeichen 10 wird in dieser Darstellung die Statoreinheit eines elektrischen Antriebes bezeichnet, beispielsweise eines Asynchronmotors; ebenfalls nur schematisch angedeutet ist ein Kabel 11, über das die Stromversorgung des Antriebes erfolgt. Über eine Welle 30 ist mit dem Antrieb eine Positionsmesseinrichtung 20 verbunden, ausgebildet als Drehgeber. Die Positionsmesseinrichtung 20 dient primär zur Erzeugung positionsabhängiger Ausgangssignale bzw. Positionsdaten bezüglich der Wellenrotation. Die positionsabhängigen Ausgangssignale werden über eine Signalübertragungsleitung 21 vorzugsweise in serieller Form an eine nachgeordnete Folgeelektronik 40 zur Weiterverarbeitung übertragen. Bei der Folgeelektronik 40 kann es sich z.B. um eine Antriebsregelung handeln.

Auf die Erzeugung der positionsabhängigen Ausgangssignale der Positionsmesseinrichtung 20 sei an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Dies kann in bekannter Art und Weise über die optische, magnetische, induktive oder kapazitive Abtastung einer mit der Welle 30 rotierenden Maßverkörperung bzw. Teilscheibe erfolgen. Bei den erzeugten positionsabhängigen Ausgangssignalen kann es sich sowohl um absolute Positionsdaten wie auch um inkrementale Positionsdaten etc. handeln. In der Darstellung der Figur 1 ist auf Seiten der Positionsmesseinrichtung ferner eine Signalverar-

beitungseinheit 22 angedeutet, über welche u.a. eine Verarbeitung der Positionsdaten, beispielsweise die Gewinnung von absoluten Positionsdaten, Interpolation etc., und die Aufbereitung der an die Folgeelektronik 40 zu übertragenden Daten erfolgt. Bzgl. weiterer Aufgaben der Signalverarbeitungseinheit 22 in Verbindung mit der Temperaturüberwachung der Statoreinheit 10 sei auf die nachfolgende Beschreibung verwiesen.

Wie bereits eingangs angedeutet ist vorgesehen, über die erfindungsgemäße Anordnung die Temperatur der - in Figur 1 nicht dargestellten - Wicklungen in der Statoreinheit 10 des Antriebes zu überwachen und entsprechende temperaturabhängige Sensorsignale ebenfalls über die Signalübertragungsleitung 21 zur Weiterverarbeitung an die nachgeordnete Folgeelektronik 40 zu übertragen. Im Fall einer eventuellen Überhitzung kann derart beispielsweise eine Notabschaltung von der Folgeelektronik 40 veranlasst werden. Darüber hinaus können die temperaturabhängigen Sensorsignale von der Folgeelektronik 40 zu sonstigen Regelungszwecken verwendet werden, insbesondere zur Vorbeugung gegen unzulässig hohe Betriebstemperaturen der Antriebswicklungen etc..

Die eigentliche Erzeugung der temperaturabhängigen Sensorsignale erfolgt auf Seiten der Statoreinheit 10 des Antriebes über einen Temperatursensor 15. Der Temperatursensor 15 ist vorzugsweise als temperaturabhängiger Widerstand ausgebildet, z.B. als halbleitender Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten, wie er unter der Typenbezeichnung *KTY 84* von der Fa. *PHILIPS* vertrieben wird. Der Temperatursensor 15 ist in bekannter Art und Weise in die Wicklung der Statoreinheit 10 des Antriebes integriert, beispielsweise in eine freiliegende Wicklung an der Statorstirnseite. Über eine schematisch angedeutete Isolierung 16 ist der Temperatursensor 15 elektrisch von der Antriebswicklung isoliert.

Erfindungsgemäß ist eine elektrische Übertragereinheit 23 vorgesehen, über die die erzeugten temperaturabhängigen Sensorsignale des Temperatursensors 15 in die Signalverarbeitungseinheit 22 der Positionsmesseinrichtung 20 eingekoppelt werden, um dort weiterverarbeitet und über die Signal-

übertragungsleitung 21 zur Folgeelektronik 40 übertragen zu werden. Wie aus der schematisiert angedeuteten Darstellung der Übertragereinheit 23 in Figur 1 ersichtlich ist, umfasst die Übertragereinheit 23 im wesentlichen zwei induktiv gekoppelte Spulen 23.1, 23.2; eine erste Spule 23.1 ist der Signalverarbeitungseinheit 22 zugeordnet, eine zweite Spule 23.2 dem Temperatursensor 15 in der Statoreinheit 10. Optional kann die Übertragereinheit 23 ferner noch einen Kern 23.3 aufweisen. Auf weitere Details konkreter Ausführungsformen geeigneter elektrischer Übertragereinheiten 23 sei im Verlauf der nachfolgenden Beschreibung der restlichen Figuren 2a - 4b näher eingegangen.

Über die elektrische Übertragereinheit 23 ist eine galvanische Trennung zwischen der Signalverarbeitungseinheit 22 auf Seiten der Positionsmesseinrichtung 20 und dem Stromkreis des Temperatursensors 15 gewährleistet. Eventuelle Störeinflüsse des Temperatursensors 15 auf die Signalverarbeitungseinheit 22 der Positionsmesseinrichtung 20, wie z.B. hohe Gleichtaktströme auf den Leitungen des Temperatursensors 15, lassen sich derart minimieren. Gleichzeitig gewährleistet die Verwendung der Übertragereinheit 23 die Energieversorgung des Temperatursensors 15.

Auf Seiten der Signalverarbeitungseinheit 22 sind in Figur 1 ferner in schematischer Form Mittel 22.1 zur Bestimmung der Temperatur auf Basis der eingekoppelten Sensorsignale angedeutet. Bei den Mitteln 22.1 kann es sich beispielsweise um einen Mikroprozessor handeln. Ferner weist die Signalverarbeitungseinheit 22 - ebenfalls nur schematisch angedeutete - Signalübertragungsmittel 22.2 auf, über die die Übertragung der Temperaturdaten als auch weiterer Daten - wie etwa der Positionsdaten - an die nachgeordnete Folgeelektronik erfolgt. Vorzugsweise sind die Signalübertragungsmittel 22.2 zur seriellen Datenübertragung über die Signalübertragungsleitung 21 an die Folgeelektronik 40 ausgelegt.

Grundsätzlich weisen die jeweiligen Varianten geeigneter Übertragereinheiten Möglichkeiten zur Erzeugung eines Erregersignals und zur Detektion des temperaturabhängigen Sensorsignals auf. Konkrete Ausführungsmöglich-

keiten geeigneter Übertragereinheiten seien anhand der nachfolgenden Figuren 2a - 4b erläutert.

Figur 2a zeigt hierbei eine erste Variante einer konkreten Ausführungsform einer geeigneten elektrischen Übertragereinheit 223. Als Erregersignal dient
5 ein sinusförmiges Wechsignale, beispielsweise ein sinusförmiges Strom- oder Spannungssignal $U(t)$, das von einer geeigneten Wechsignalequelle 223.5 in Form einer Strom- bzw. Spannungsquelle erzeugt wird und mit dem in einem ersten Teil der Übertragereinheit 223 die erste Spule 223.1 beaufschlagt wird. Im zweiten, galvanisch getrennten Teil der Übertragereinheit
10 223 ist die zweite Spule 223.2 sowie der Temperatursensor 15 angeordnet. Die erste und zweite Spule sind wie in Figur 1 über einen Kern 223.3 gekoppelt. Im ersten Teil der Übertragereinheit 223 ist ferner ein Messwiderstand 223.4 (Widerstandswert R_M) angedeutet, der den ersten Widerstand einer
15 bekannten Spannungsteilerschaltung darstellt; als zweiter Widerstand der Spannungsteilerschaltung fungiert der transformierte Widerstand des Temperatursensors 15 (Widerstandswert R_T). Der jeweilige Widerstandswert R_T des Temperatursensors 15 wird hierbei entsprechend dem bekannten Übertragungsverhältnis der Übertragereinheit 223 transformiert. Unter Berücksichtigung der Verfälschung durch die Übertragereinheit 223 lässt sich somit
20 in bekannter Art und Weise der unbekannte Widerstand des Temperatursensors 15 - und damit die Temperatur desselben - mit Hilfe des bekannten, konstanten Messwiderstandes 223.4 ermitteln. Als Messgröße fungiert hierbei das über dem transformierten Widerstand des Temperatursensors 15
25 abgegriffene Mess-Spannungssignal $U_T(t)$.

In Figur 2b ist neben dem sinusförmigen Erregersignal in Form des sinusförmigen Spannungssignals $U(t)$ auch die über dem transformierten Temperatursensor 15 abgegriffene Mess-Spannung $U_T(t)$ veranschaulicht, aus der
30 in bekannter Art und Weise die interessierende Temperaturinformation bzgl. des Temperatursensors 15 gewonnen werden kann.

Eine zweite Ausführungsform einer geeigneten Übertragereinheit 323 ist in Figur 3a schematisiert angedeutet. Als Erregersignal dient hierbei ein im-

pulsförmiges Erregersignal $U(t)$, beispielsweise in Form eines geeigneten Strom- oder Spannungsimpulses, das von einer geeigneten Impulssignalquelle 323.5 erzeugt wird. Mit dem impulsförmigen Erregersignal $U(t)$ wird im ersten Teil der Übertragereinheit 323 wiederum die erste Spule 323.1 beaufschlagt. Im zweiten Teil der Übertragereinheit 323 ist die zweite Spule 323.2 sowie der Temperatursensor 15 in Form eines temperaturabhängigen Widerstand angeordnet. Wie im vorherigen Beispiel sind die beiden Spulen 323.1, 323.2 über einen Kern 323.3 gekoppelt. Über dem im ersten Teil der Übertragereinheit 323 angeordneten Messwiderstand 323.4 mit dem bekannten Widerstandswert erfolgt wiederum die Detektion des eigentlichen temperaturabhängigen Sensorsignals $U_T(t)$ als Antwort auf das angelegte Erregersignal $U(t)$. Der Temperatursensor 15 bzw. der hierzu eingesetzte, entsprechende temperaturabhängige Widerstand ist in diesem Beispiel somit Bestandteil eines Spannungsteilers. Der unmittelbar nach Anlegen des Spannungsimpulses $U(t)$ resultierende bzw. gemessene Wert $U_T(t)$ des Sensorsignals ist ein unmittelbares Maß für den zu bestimmenden Widerstand und damit für die zu bestimmende Temperatur in der Antriebswicklung. In Bezug auf den Signalverlauf seitens des angelegten Spannungsimpulses $U(t)$ sowie des über dem Messwiderstand ermittelten Wertes $U_T(t)$ bzgl. des Sensorsignals sei wiederum auf die Figur 3b verwiesen.

Ein drittes Ausführungsbeispiel einer geeignet ausgebildeten Übertragereinheit 423 sei abschließend anhand der Figuren 4a und 4b erläutert. Zur Erzeugung eines periodischen Erregersignals ist in diesem Beispiel eine Oszillatorschaltung vorgesehen, die z.B. als bekannter Multivibrator ausgebildet sein kann und den in Figur 4a veranschaulichten Aufbau aufweist. Der zweite Teil der Übertragereinheit 424 weist wiederum einen identischen Aufbau zu dem in den vorherigen Beispielen erläuterten Varianten auf und umfasst im wesentlichen die zweite Spule 424.2 und den Temperatursensor 15 in Form eines temperaturabhängigen Widerstandes. Im ersten Teil der Übertragereinheit 424, der wiederum über einen Kern 424.4 mit dem zweiten Teil gekoppelt ist, ist neben der ersten Spule 424.1 die erwähnte Oszillatorschaltung angeordnet. Die Oszillatorschaltung umfasst hierbei u.a. einen Kondensator C, einen Operationsverstärker OV, zwei Widerstände R_1 , R_2 .

Der zu messende Widerstand des Temperatursensors 15 bildet einen weiteren Bestandteil des resultierenden Oszillators und stellt das frequenzbestimmende Element des Oszillators dar. Die seitens des Oszillators resultierende Frequenz f ist somit das Maß für den zu bestimmenden Widerstand
5 dar und lässt sich wie in Figur 4b dargestellt aus dem gemessenen Signal $U_A(t)$ ermitteln. Aus dem bestimmten Widerstand wiederum resultiert in bekannter Art und Weise die interessierende Temperatur der Antriebswicklung, wobei hierzu selbstverständlich auch die Bauteiltoleranzen berücksichtigt werden müssen, die die Frequenz f beeinflussen.

10

Neben den erläuterten Varianten zur Ausbildung geeigneter Übertragereinheiten existieren im Rahmen der vorliegenden Erfindung selbstverständlich noch weitere alternative Ausgestaltungsmöglichkeiten.

Ansprüche

=====

1. Anordnung zur Temperaturüberwachung in der Statoreinheit eines elektrischen Antriebes mit einem in die Wicklung der Statoreinheit integrierten Temperatursensor, der ein temperaturabhängiges Sensorsignal liefert,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorsignal über eine elektrische Übertragereinheit (23; 232; 323; 423) in die Signalverarbeitungseinheit (22) einer mit dem Antrieb verbundenen Positionsmesseinrichtung (20) einkoppelbar ist.
10
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor (15) als temperaturabhängiger Widerstand ausgebildet ist, der in die Wicklung der Statoreinheit (10) integriert ist.
- 15 3. Anordnung zur Temperaturüberwachung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Übertragereinheit (23; 232; 323; 423) mindestens zwei induktiv gekoppelte Spulen (23.1, 23.2; 232.1, 232.2; 323.1, 323.2; 423.1, 423.2) umfasst, von denen eine erste Spule (23.1; 232.1; 323.1; 423.1) der Signalverarbeitungseinheit (22) zugeordnet ist und die zweite Spule (23.2; 232.2; 323.2; 423.2) dem Temperatursensor (15) zugeordnet ist.
20
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass über die elektrische Übertragereinheit (23; 223; 323) eine Beaufschlagung der

ersten Spule (23.1; 232.1; 323.1) mit Erregersignalen und eine Detektion eines temperaturabhängigen Sensorsignals erfolgt.

- 5 5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragereinheit (223; 323) mindestens einen Messwiderstand (232.4; 323.4) mit einem konstanten Widerstandswert (R_M) umfasst.
- 10 6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Erregersignal ein sinusförmiges Wechsignale erzeugbar ist und zur Detektion des temperaturabhängigen Sensorsignals eine Spannungsteilerschaltung mit dem Messwiderstand (232.4) und dem über die Übertragereinheit transformierten, temperaturabhängigen Widerstand des Temperatursensors (15) dient.
- 15 7. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Erregersignal ein impulsförmiges Erregersignal erzeugbar ist und zur Detektion des temperaturabhängigen Sensorsignals eine Spannungsteilerschaltung mit dem Messwiderstand (323.4) und dem über die Übertragereinheit transformierten, temperaturabhängigen Widerstand
20 des Temperatursensors (15) dient.
- 25 8. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragereinheit zur Erzeugung eines Erregersignals eine Oszillatorschaltung umfasst und zur Detektion des temperaturabhängigen Sensorsignals die Erfassung einer Frequenz (f) eines periodischen Antwortsignals erfolgt.
- 30 9. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf Seiten der Signalverarbeitungseinheit (22) Mittel (22.1) zur Bestimmung der Temperatur auf Basis der eingekoppelten Sensorsignale angeordnet sind.
10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass auf Seiten der Verarbeitungseinheit (22) Signalübertragungsmittel (22.2) zur Über-

tragung von Temperaturdaten als auch weiterer Daten an eine nachgeordnete Folgeelektronik (40) angeordnet sind.

- 5 11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalübertragungsmittel (22.2) zur seriellen Datenübertragung an die Folgeelektronik (40) ausgelegt sind.

10

FIG. 1

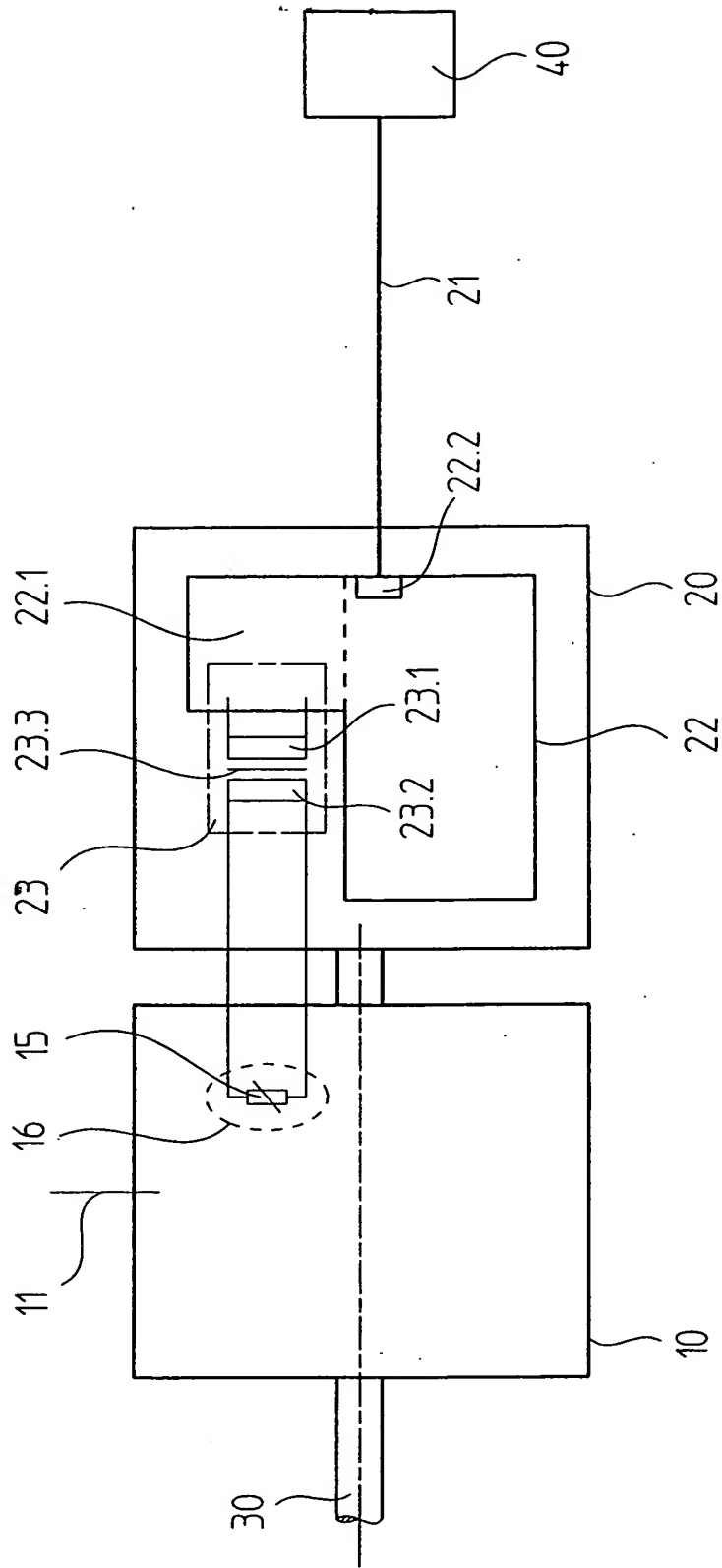


FIG. 2a

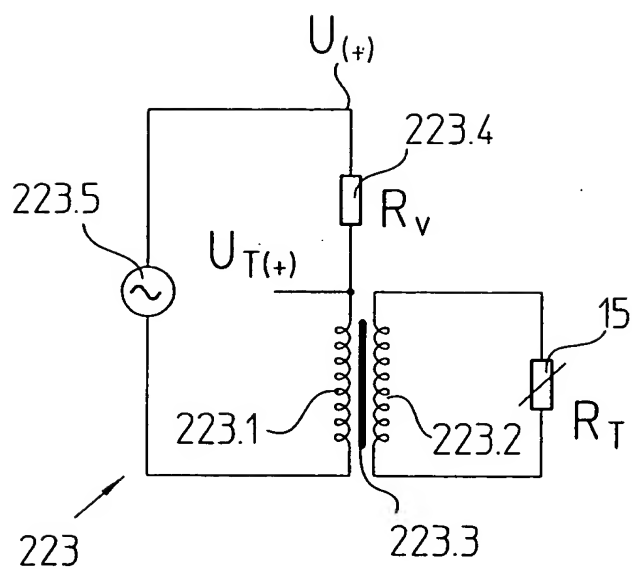


FIG. 2b

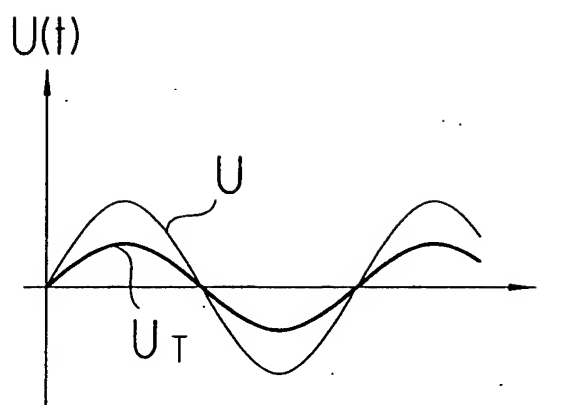


FIG. 3a

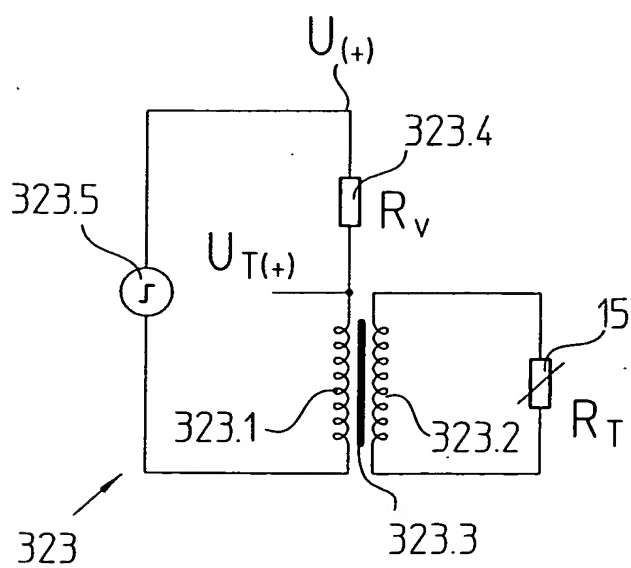


FIG. 3b

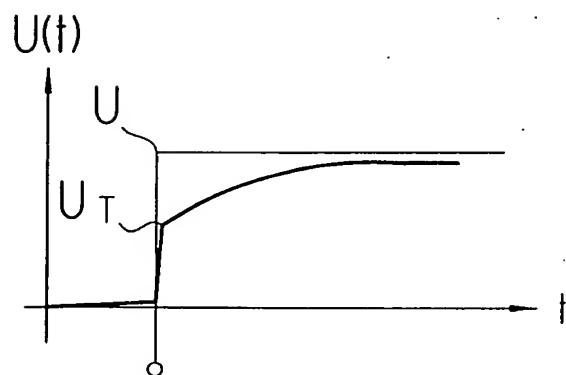


FIG. 4a

3/3

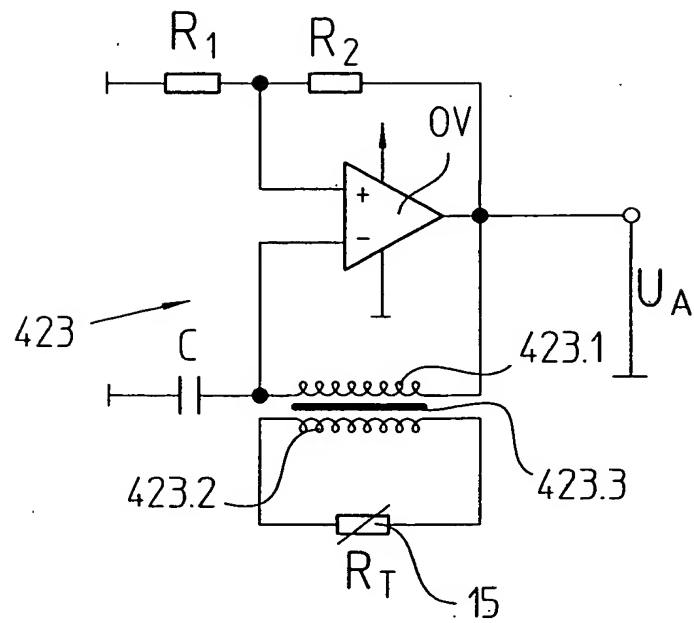


FIG. 4b

